

明 細 書

基板洗浄方法、基板洗浄装置、コンピュータプログラムおよびプログラム記憶媒体

技術分野

- [0001] 本発明は、半導体ウエハやFPD(Flat Panel Display)用ガラス基板等の被処理基板の表面でのウォーターマークの発生を抑制することができる基板洗浄方法および基板洗浄装置、この基板洗浄方法を基板洗浄装置に実行させるためのコンピュータプログラム、このコンピュータプログラムを記録したプログラム記憶媒体に関する。

背景技術

- [0002] 例えば、半導体デバイスの製造プロセスにおいては、常時、半導体ウエハの表面を清浄に保つ必要があるために、適宜、半導体ウエハに洗浄処理が施される。半導体ウエハを1枚ずつ処理する枚葉式洗浄処理の典型例として、スピンチャックに保持された半導体ウエハに所定の薬液を供給しまたは半導体ウエハの表面に回転ブラシを当接させる等して洗浄処理を行った後、半導体ウエハに純水を供給するリンス処理を行い、続いて半導体ウエハを高速回転させて半導体ウエハから純水を振り切るという処理方法が知られている。
- [0003] しかし、このような処理方法では、半導体ウエハの表面にミクロな水残りが生じ、これがウォーターマークとなって現れるという問題がある。また、完全に乾燥していない半導体ウエハの表面が空気に触れると、その部分が酸化されてウォーターマークが発生するという問題がある。
- [0004] そこで、このようなウォーターマークの発生を抑制する方法として、特開2001-53051号公報には、リンス処理後の基板の中心部に不活性ガスを噴射するとともに基板の外周部に純水を供給し、これら不活性ガスの噴射位置と純水の供給位置をともに基板の中心から外側へと径方向に移動させる基板乾燥方法が開示されている。
- [0005] しかしながら、前記文献に開示された方法でも、被処理基板の外周部分でのウォーターマークの低減は十分とは言えない。また、純水が被処理基板の中心から移動した後不活性ガスが供給されるために、被処理基板の中心部でウォーターマークが

発生しやすいという問題がある。このため、ウォーターマークの発生をさらに抑制することができる基板洗浄方法、基板洗浄装置が求められている。

発明の開示

[0006] 本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであり、ウォーターマークの発生を抑制することができる基板洗浄方法および基板洗浄装置、この基板洗浄方法を基板洗浄装置に実行させるためのコンピュータプログラム、このコンピュータプログラムを記録したプログラム記憶媒体を提供することを目的とする。

[0007] 本発明の第1の観点によれば、被処理基板に洗浄処理、乾燥処理を施す基板洗浄方法であって、

前記乾燥処理は、

被処理基板を略水平姿勢で回転させ、前記被処理基板の表面の中心へリンス液の供給を開始する工程と、

前記被処理基板の中心近傍において前記被処理基板の中心から適長離間した地点へ不活性ガスの供給を開始する工程と、

前記被処理基板へリンス液を供給するリンス液供給ポイントを前記被処理基板の周縁に向けて移動させながら、前記被処理基板へ不活性ガスを供給するガス供給ポイントを前記被処理基板の中心へ移動させ、その後前記リンス液供給ポイントよりも径方向内側の領域において前記被処理基板の中心から周縁に向けて移動させる工程と、

を有する基板洗浄方法、が提供される。

[0008] この第1の観点に係る基板洗浄方法においては、前記被処理基板の中心近傍において前記被処理基板の中心から適長離間した地点への不活性ガスの供給開始を、前記被処理基板の表面の中心へのリンス液供給開始と実質的に同時とすることが好ましい。

[0009] 本発明の第2の観点によれば、被処理基板に洗浄処理、乾燥処理を施す基板洗浄方法であって、

前記乾燥処理は、

被処理基板を略水平姿勢で回転させ、リンス液をその供給ポイントを前記被処理基

板の表面の中心から周縁に向けて移動させながら供給する工程と、

不活性ガスをそのガス供給ポイントが前記リンス液の供給ポイントよりも径方向内側の領域において前記被処理基板の中心部から周縁に向けて移動するように供給する工程と、

前記リンス液の供給ポイントが前記被処理基板の端面から外れた後に前記リンス液の供給を停止する工程と、

前記不活性ガスの供給ポイントが前記被処理基板の端面から外れた後に前記不活性ガスの供給を停止し、その後に前記被処理基板の回転数を前記不活性ガス供給時の前記被処理基板の回転数より高速とする工程と、

を有する基板洗浄方法、が提供される。

[0010] 上記第1および第2の観点に係る基板洗浄方法では、不活性ガスが供給されるガス供給ポイントの移動速度を被処理基板の中心部よりも外周部で速くすることが好ましい。また、洗浄処理と乾燥処理の間に被処理基板を略水平姿勢で回転させながら前記被処理基板の表面の所定ポイントにリンス液を所定時間供給するリンス処理を設け、不活性ガス供給時の被処理基板の回転数をこのリンス処理時の被処理基板の回転数よりも上げることが好ましい。さらに、このようなリンス処理を設けた場合には、乾燥処理時に被処理基板の表面に供給するリンス液の量をこのリンス処理時よりも少なくすることが好ましい。さらにまた、このようなリンス処理を設けた場合には、乾燥処理の開始前に被処理基板の表面にリンス液の膜が形成されているようにすることが好ましい。

[0011] また、上記基板洗浄方法においては、リンス液供給ポイントが被処理基板の周縁から外れた後に、ガス供給ポイントを被処理基板の外周部近傍で所定時間停止させることにより、被処理基板の外周部を乾燥させることが好ましい。さらに、乾燥処理においてリンス液供給ポイントおよびガス供給ポイントを移動させる工程では、ガス供給ポイントが被処理基板の中心から周縁へ移動する向きと、リンス液供給ポイントが被処理基板の中心から周縁へ移動する向きとをずらすことが好ましく、これによりリンス液供給ポイントとガス供給ポイントを移動させる速さの自由度を高めること等ができる。なお、本発明は、被処理基板の表面が疎水性である場合に好適に用いられる。

[0012] 本発明の第3の観点によれば、上記基板洗浄方法を実施するための基板洗浄装置が提供される。すなわち、被処理基板に洗浄処理、乾燥処理を施す基板洗浄装置であって、

被処理基板を保持し、略水平姿勢で回転させるスピンドルと、

前記スピンドルに保持された被処理基板に所定の洗浄処理を施す洗浄処理機構と、

前記スピンドルに保持された被処理基板へリンス液を供給するリンスノズルと、

前記スピンドルに保持された被処理基板へ不活性ガスを供給するガスノズルと

、
前記リンスノズルからリンス液を吐出させながら前記リンスノズルを前記被処理基板の中心から周縁へとスキャンさせ、前記ガスノズルから不活性ガスを噴射させながら前記ガスノズルを前記被処理基板の中心部近傍から中心へスキャンさせた後に前記リンスノズルの位置よりも径方向内側の領域において前記被処理基板の周縁に向けてスキャンさせるノズル制御装置と、

を有する基板洗浄装置、が提供される。

[0013] この基板洗浄装置において、ノズル制御装置はガスノズルを被処理基板の中心部よりも外周部で速くスキャンさせることが好ましい。また、ノズル制御装置は、リンスノズルを被処理基板の中心から周縁へスキャンさせる向きとガスノズルを被処理基板の中心から周縁へスキャンさせる向きとをずらして、リンスノズルおよびガスノズルをスキャンさせる構成とすることも好ましく、これにより、リンスノズルとガスノズルの衝突を回避しながらそれぞれの速度制御の自由度を増やすことができる。

[0014] 本発明によれば、前記洗浄処理方法を実行するために上記洗浄処理装置の制御に用いられるコンピュータプログラムが提供される。すなわち、本発明の第4の観点によれば、コンピュータ上で動作し、実行時に、(a)洗浄処理が施された被処理基板を回転させ、その表面の中心へリンス液の供給を開始し、(b)前記被処理基板の中心近傍において前記被処理基板の中心から適長離間した地点へ不活性ガスの供給を開始し、(c)前記被処理基板へリンス液を供給するリンス液供給ポイントを前記被処理基板の周縁に向けて移動させながら、前記被処理基板へ不活性ガスを供給する

ガス供給ポイントを前記被処理基板の中心へ移動させた後に前記リンス液供給ポイントよりも径方向内側の領域において前記被処理基板の中心から周縁に向けて移動させて前記被処理基板を乾燥させる処理を実行して、前記被処理基板を洗浄するように基板洗浄装置を制御するソフトウェアを含むコンピュータプログラム、が提供される。

[0015] 本発明の第5の観点によれば、コンピュータ上で動作し、実行時に、(a) 洗浄処理が施された被処理基板を略水平姿勢で回転させ、リンス液をその供給ポイントを前記被処理基板の表面の中心から周縁に向けて移動させながら供給し、(b) 不活性ガスをそのガス供給ポイントが前記リンス液の供給ポイントよりも径方向内側の領域において前記被処理基板の中心部から周縁に向けて移動するように供給し、(c) 前記リンス液の供給ポイントが前記被処理基板の端面から外れた後に前記リンス液の供給を停止し、(d) 前記不活性ガスの供給ポイントが前記被処理基板の端面から外れた後に前記不活性ガスの供給を停止し、その後前記被処理基板の回転数を前記不活性ガス供給時の前記被処理基板の回転数より高速として前記被処理基板を乾燥させる処理を実行して、前記被処理基板を洗浄するように基板洗浄装置を制御するソフトウェアを含むコンピュータプログラム、が提供される。

[0016] さらに本発明は、上記第4および第5の観点に係る各コンピュータプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体を提供する。すなわち、本発明の第6の観点によれば、コンピュータに制御プログラムを実行させるソフトウェアが記憶されたコンピュータ読取可能な記憶媒体であって、

前記制御プログラムは、実行時に、(a) 洗浄処理が施された被処理基板を回転させ、その表面の中心へリンス液の供給を開始し、(b) 前記被処理基板の中心近傍において前記被処理基板の中心から適長離間した地点へ不活性ガスの供給を開始し、(c) 前記被処理基板へリンス液を供給するリンス液供給ポイントを前記被処理基板の周縁に向けて移動させながら、前記被処理基板へ不活性ガスを供給するガス供給ポイントを前記被処理基板の中心へ移動させた後に前記リンス液供給ポイントよりも径方向内側の領域において前記被処理基板の中心から周縁に向けて移動させて前記被処理基板を乾燥させる処理を実行して、前記被処理基板を洗浄するように基板洗

浄装置を制御する、コンピュータ読取可能な記憶媒体、が提供される。

[0017] 本発明の第7の観点によれば、コンピュータに制御プログラムを実行させるソフトウェアが記憶されたコンピュータ読取可能な記憶媒体であって、

前記制御プログラムは、実行時に、(a) 洗浄処理が施された被処理基板を略水平姿勢で回転させ、リンス液をその供給ポイントを前記被処理基板の表面の中心から周縁に向けて移動させながら供給し、(b) 不活性ガスをそのガス供給ポイントが前記リンス液の供給ポイントよりも径方向内側の領域において前記被処理基板の中心部から周縁に向けて移動するように供給し、(c) 前記リンス液の供給ポイントが前記被処理基板の端面から外れた後に前記リンス液の供給を停止し、(d) 前記不活性ガスの供給ポイントが前記被処理基板の端面から外れた後に前記不活性ガスの供給を停止し、その後前記被処理基板の回転数を前記不活性ガス供給時の前記被処理基板の回転数より高速として前記被処理基板を乾燥させる処理を実行して、前記被処理基板を洗浄するように基板洗浄装置を制御する、コンピュータ読取可能な記憶媒体、が提供される。

[0018] 本発明によれば、乾燥処理時にリンス液の膜がなくなった部分にリアルタイムに不活性ガスが供給されるために、基板表面の酸化が抑制され、これによってウォーターマークの発生が抑制される。なお、本発明によれば1枚の被処理基板の洗浄処理に要する時間を短縮することができるという効果も得られる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]洗浄処理装置の概略構造を示す平面図。

[図2]図1に示す洗浄処理装置のZ-X断面図。

[図3]図1に示す洗浄処理装置のY-Z断面図。

[図4]洗浄処理装置におけるウエハWの処理工程を示すフローチャート。

[図5A]ウエハWの処理工程を模式的に示す図。

[図5B]ウエハWの処理工程を模式的に示す図。

[図5C]ウエハWの処理工程を模式的に示す図。

[図5D]ウエハWの処理工程を模式的に示す図。

[図5E]ウエハWの処理工程を模式的に示す図。

[図5F]ウエハWの処理工程を模式的に示す図。

[図5G]ウエハWの処理工程を模式的に示す図。

[図5H]ウエハWの処理工程を模式的に示す図。

[図6A]比較例1の洗浄方法によるウエハのウォーターマーク観察結果を示す図。

[図6B]比較例2の洗浄方法によるウエハのウォーターマーク観察結果を示す図。

[図6C]実施例の洗浄方法によるウエハのウォーターマーク観察結果を示す図。

[図7A]ウエハWの別の処理工程を模式的に示す図。

[図7B]ウエハWの別の処理工程を模式的に示す図。

[図7C]ウエハWの別の処理工程を模式的に示す図。

[図7D]ウエハWの別の処理工程を模式的に示す図。

[図7E]ウエハWの別の処理工程を模式的に示す図。

[図7F]ウエハWの別の処理工程を模式的に示す図。

[図7G]ウエハWの別の処理工程を模式的に示す図。

[図7H]ウエハWの別の処理工程を模式的に示す図。

[図7I]ウエハWの別の処理工程を模式的に示す図。

発明を実施するための最良の形態

[0020] 以下、本発明の実施の形態について、半導体ウエハの洗浄処理を行う洗浄処理装置を例に挙げて図面を参照しながら、詳細に説明する。図1に洗浄処理装置10の概略構造を示す平面図を示し、図2に洗浄処理装置10のZ-X断面図を示し、図3に洗浄処理装置10のY-Z断面図を示す。

[0021] 洗浄処理装置10は、ハウジング90内に各部材が配設された構成となっている。このハウジング90の一側面には窓91が形成されており、この窓91はシャッタ92によって開閉自在となっている。この窓91を通してウエハWの搬入出が行われる。ハウジング90の内部は、隔壁93によって2室に仕切られており、後に詳細に説明するように、一方は洗浄液や純水等を扱う液処理室となっており、他方は洗浄処理のために各種ノズル等を移動させるための駆動機構を配設するための機構配設室となっている。

[0022] 洗浄処理装置10は、ハウジング90内に、ウエハWを略水平姿勢に保持するスピンドル11と、スピンドル11に保持されたウエハWの周囲を囲繞するカップ12と、

ウェハWの表面にリンス液(純水(DIW))を供給するためにカップ12の外側の所定位置に固定された2本のサイドリンスノズル13・14と、ウェハWの表面に洗浄液を供給する洗浄液ノズル15と、ウェハWの表面に純水(DIW)を供給する純水ノズル17と、ウェハWの表面に不活性ガス、例えば、窒素ガスを供給するガスノズル16と、を備えている。

- [0023] スピンチャック11は、チャックプレート71と、チャックプレート71を支持する枢軸72と、枢軸72を回転させるモータ73と、チャックプレート71に載置されたウェハWの保持／解除を行う脱着機構74と、を備えている。チャックプレート71の表面には、図示しない支持ピンが複数配設されており、ウェハWはこれら支持ピンに支持される。
- [0024] 脱着機構74は、チャックプレート71の周縁の3箇所に設けられた保持部材75と、チャックプレート71の下方に設けられたプレート部材76と、プレート部材76を昇降させる昇降機構77と、保持部材75の配設位置に対応してプレート部材76に設けられた当接治具78と、を有している。図2の左側には保持部材75がウェハWを保持した状態が示されており、図2の右側には保持部材75がウェハWを保持していない状態が示されている。
- [0025] この脱着機構74は保持部材75をテコの原理を利用して動かすことにより、ウェハWの保持状態と解除状態とを切り替えるものである。すなわち、昇降機構77を上昇させると3箇所に配設された当接治具78が保持部材75の内周端をそれぞれチャックプレート71の裏面に押し付け、これにより保持部材75の外周端部が外側下方へ動いてウェハWの保持状態が解除されるようになっている。反対に、昇降機構77を降下させて当接治具78を保持部材75から離隔させると、保持部材75の外周端部が内側上方に動いてウェハWの縁に当接することにより、ウェハWに外周から中心へ向かう力が加わり、ウェハWが保持部材75に保持される。
- [0026] カップ12は昇降機構85により昇降自在となっている。図2では下段位置(実線)および上段位置(点線)が同時に示され、図3では上段位置のみが示されている。ウェハWの搬入出時にはカップ12は下段位置に保持され、洗浄処理中は上段位置に保持される。カップ12には内周上側から外周下側に傾斜したテーパ部86・87が上下2段で形成されている。カップ12の底部には排気ダクト89が設けられている。

- [0027] サイドリンスノズル13はウエハWのほぼ中心に向けて純水を吐出し、サイドリンスノズル14はウエハWの中心よりも外側のポイントに向けて純水を吐出する。これにより、少ない純水量でウエハW全体に均一な液膜を形成することができる。なお、サイドリンスノズル13・14は、各サイドリンスノズル13・14から洗浄液が略平行に吐出されるように配置することが好ましく、これにより均一な液膜を形成することが容易となる。
- [0028] 洗浄液ノズル15へは、窒素ガス供給源と純水供給源とからそれぞれ窒素ガスと純水が供給され、これらが洗浄液ノズル15の内部において混合され、こうして生成された純水に窒素ガスを混入させた洗浄液(以下「2流体洗浄液」という)をウエハWの表面に吹き付ける。勿論、洗浄液はこれに限定されるものではなく、各種薬液を吐出する構成としてもよい。なお、洗浄液ノズル15は、窒素ガスの供給を停止すれば純水のみを吐出することができ、逆に純水の供給を停止すれば窒素ガスのみを噴射することができる。
- [0029] 洗浄液ノズル15は第1ノズルアーム51に保持されており、この第1ノズルアーム51は第1アーム昇降機構56によって昇降自在である。また、第1アーム昇降機構56は、機構配設室においてX方向に延在して設けられたガイド54に移動自在に嵌合されたスライダ61に取り付けられており、このスライダ61のX方向の位置制御は第1ノズルスライド機構66によって行われるようになっている。例えば、第1ノズルスライド機構66としては、電磁式リニアモータやボールネジ機構等が用いられる。このような構成により、洗浄液ノズル15をウエハW上でX方向にスキャンさせ、またカップ12の上端を越えてカップ12外へ退避させることができるようになっている。
- [0030] ウエハWの表面に窒素ガスを供給するガスノズル16は、第2ノズルアーム52に保持されており、この第2ノズルアーム52は第2アーム昇降機構57によって昇降自在となっている。また、第2アーム昇降機構57は、機構配設室においてX方向に延在して設けられたガイド54に移動自在に嵌合されたスライダ62に取り付けられており、このスライダ62のX方向の位置制御は第2ノズルスライド機構67によって行われるようになっている。第2ノズルスライド機構67としては第1ノズルスライド機構66と同じ駆動方式のものが好適に用いられる。このような構成により、ガスノズル16もまた、ウエハW上でX方向にスキャンさせ、またカップ12の上端を越えてカップ12外へ退避させるこ

とができるようになっている。

- [0031] ウエハWの表面に純水を供給する純水ノズル17は、第3ノズルアーム53に保持されており、この第3ノズルアーム53は第3アーム昇降機構58によって昇降自在となっている。また、第3アーム昇降機構58は、ガイド54に移動自在に嵌合されたスライダ63に取り付けられており、このスライダ63のX方向の位置制御は第3ノズルスライド機構68によって行われるようになっている。第3ノズルスライド機構68としては第1ノズルスライド機構66と同じ駆動方式のものが好適に用いられる。このような構成により、純水ノズル17もまた、ウエハW上でX方向にスキャンさせ、またカップ12の上端を越えてカップ12外へ退避させることができるようになっている。
- [0032] このように構成された洗浄処理装置10に設けられた各種機構の駆動制御と、窒素ガスや純水の供給源から各種ノズルへの流体供給を制御するバルブの制御は、制御部95により行われる。すなわち、洗浄処理装置10の各構成部は、制御部(プロセスコントローラ)95に接続されて制御される構成となっている。また、制御部95には、工程管理者が洗浄処理装置10を管理するためにコマンドの入力操作等を行うキーボードや、洗浄処理装置10の稼働状況を可視化して表示するディスプレイ等からなるユーザーインターフェース96が接続されている。
- [0033] また、制御部95には、洗浄処理装置10で実行される各種処理を制御部95の制御にて実現するための制御プログラムや、処理条件に応じて洗浄処理装置10の各構成部に処理を実行させるためのプログラム(すなわち、レシピ)が格納された記憶部97が接続されている。レシピはハードディスクや半導体メモリ等に記憶されていてもよいし、CD-ROM、DVD-ROM等のコンピュータにより読み取り可能な可搬性の記憶媒体に格納された状態で、記憶部97の所定位置にセットするようになっているもよい。
- [0034] そして、必要に応じて、ユーザーインターフェース96からの指示等にて任意のレシピを記憶部97から呼び出して制御部95に実行させることで、制御部95の制御下で、洗浄処理装置10での所望の処理が行われる。
- [0035] 次に上記の通り構成された洗浄処理装置10におけるウエハWの処理工程について、図4に示すフローチャートおよび図5A～5Hに示すウエハWの処理工程を模式

的に示す図を参照しながら説明する。なお、サイドリンスノズル13・14は図5C、図5Dにのみ示し、ガスノズル16と純水ノズル17は図5Cでは省略している。

- [0036] 最初にカップ12を下段位置に配置し、昇降機構77によりプレート部材76を上昇させて当接治具78を保持部材75に押し付け、保持部材75の外周端部を外側下方に移動させた状態とする。また、シャッタ92を開いて窓91を開く。ウエハWを保持した図示しないウエハ搬送アームを、窓91を通してハウジング90内に進入させて、チャックプレート71にウエハWを受け渡す。ウエハ搬送アームをハウジング90から退出させた後に、プレート部材76を降下させて当接治具78を保持部材75から離隔させ、保持部材75にウエハWを保持させる(ステップ1)。その後、カップ12を上段位置へと移動させる。
- [0037] 図5Aに示すように、洗浄液ノズル15の待避位置側(図1参照)のウエハWの端をS点、ガスノズル16および純水ノズル17の待避位置側のウエハWの端をT点とする。洗浄液ノズル15をカップ12外の待避位置からスピチャック11に保持されたウエハW上の所定の高さ位置に移動させる(ステップ2)。次に、図5Bに示すように、ウエハWを所定の速度で回転させて、洗浄液ノズル15をX方向でウエハWの端(S点)と端(T点)との間で、または中心(O点)と端(S点)との間で所定の速度でスキャンさせながら、洗浄液ノズル15から2流体洗浄液をウエハWの表面に所定時間吹き付けることにより、ウエハWの表面を洗浄する(ステップ3)。
- [0038] 次に、図5Cに示すように、洗浄液ノズル15からの2流体洗浄液の吐出を停止させ(このとき、洗浄液ノズルはS点側にあることが好ましい)、洗浄液ノズル15をカップ12外の待避位置へ移動させる。また、ウエハWの回転数を洗浄処理時(洗浄液ノズル15による処理時)より下げて、サイドリンスノズル13・14からウエハWの表面にリンス液を供給し、ウエハWの表面をリンス処理する(ステップ4)。このリンス処理では、所定時間経過後にサイドリンスノズル13・14からの純水供給を停止した際に、ウエハWの表面全体に液膜が残るように、ウエハWの回転数を設定することが好ましい。
- [0039] このリンス処理の間に、図5Dに示すように、ガスノズル16をウエハWの中心部において中心(O点)から適長離間した地点、例えばウエハWの中心O点からS点側に10〜50mm離れたP点の上の所定の高さ位置へ移動させ、かつ、純水ノズル17をウエ

ハWの中心(O点)上の所定の高さ位置に移動させる(ステップ5)。

- [0040] このP点は、ガスノズル16から噴射される窒素ガスが純水ノズル17から吐出される純水を跳ね上げない地点に設定する。このP点の位置を設定することは、ガスノズル16と純水ノズル17との間の距離を設定することでもある。後述するように純水ノズル17から純水を吐出させながら純水ノズル17をウエハWの中心から周縁に向かってスキャンさせた際に、ウエハW上の純水が遠心力によって振り切られることによって乾燥が始まる部分に窒素ガスが供給されるように、ガスノズル16と純水ノズル17との間の距離を設定する。
- [0041] 次に、サイドリンスノズル13・14からのウエハWの表面への純水供給を停止し、それに続いてウエハWの乾燥処理を行う。この乾燥処理では、最初に図5Eに示すように、ウエハWの回転数を好ましくはリンス処理時と同等またはそれよりも大きくして(但し、洗浄処理時よりは遅いことが望ましい)、純水ノズル17からの純水の吐出を開始し、実質的にこれと同時にガスノズル16からの窒素ガスの噴射を開始する(ステップ6)。ここで、純水ノズル17の位置よりも外側で液膜が形成されていればよいために、純水ノズル17からの純水吐出量はサイドリンスノズル13・14からの純水吐出量よりも少なくすることが好ましい。
- [0042] 次いで図5Fに示すように、純水ノズル17から純水を吐出させながら、純水ノズル17を純水ノズル17の待避位置側のT点に向けて所定速度でスキャンさせる。これと並行して、ガスノズル16から窒素ガスを噴射させながら、ガスノズル16を、純水ノズル17を追うようにウエハWの中心(O点)を通してT点に向けてスキャンさせる(ステップ7)。このステップ7は、換言すると、ウエハWに純水を供給する純水供給ポイントをウエハWの周縁に向けて移動させながら、ウエハWに窒素ガスを供給するガス供給ポイントをウエハWの中心(O点)へ移動させた後に純水供給ポイントよりも径方向内側の領域においてウエハWの中心(O点)から周縁に向けて移動させるステップ、である。
- [0043] 純水ノズル17のウエハWの中心から周縁へのスキャンを開始すると、純水が供給されなくなったウエハWの中心から遠心力によって徐々に液膜がなくなり、ウエハWの乾燥が始まる。ここで、ウエハWの中心部では液膜に加わる遠心力が弱いために乾燥速度が遅い。しかし、ウエハWの中心近傍に窒素ガスが供給されているために、最

初に乾燥し始めるウエハWの中心部は空気にさらされ難い。こうしてウエハWの表面酸化によるウォーターマークの発生が抑制される。また、ステップ7では、純水ノズル17をスキャンさせることによって乾燥が始まる部分に窒素ガスが供給されるようにガスノズル16をスキャンさせるので、ウエハW全体でウォーターマークの発生を抑制することができる。

[0044] ウエハWに供給された純水が遠心力によりウエハWから振り切られる速さ(純水がウエハW上を移動する速さ)は、ウエハWの中心部よりも外周部で速くなる。このため、純水ノズル17と衝突しないように、ガスノズル16のスキャン速度をウエハWの中心部よりもその外周部で速くすることが好ましい。これによりウエハW表面の乾燥し始める部分が速やかに窒素ガスにさらされるため、ウォーターマークの発生を抑制することができる。

[0045] こうして純水ノズル17がウエハWの周縁から外れたら、純水ノズル17からの純水の吐出を停止する(ステップ8)。一方、図5Gに示すように、ガスノズル16がウエハWの周縁近傍に到達したら、その位置でガスノズル16を所定時間、例えば数秒、停止させて、ウエハWの外周部を乾燥させることが好ましい(ステップ9)。これにより、ウエハWの外周部を遠心力による液滴の振り切り乾燥よりも窒素ガスによる乾燥を支配的とすることができ、ウエハWの周縁部近傍におけるウォーターマークの発生を抑制することができる。

[0046] 続いて図5Hに示すように、ガスノズル16がウエハWの周縁から外れたら、ガスノズル16からの窒素ガス噴射を停止して、所定時間、ウエハWを不活性ガス供給時よりも高速で回転させて、最終的なスピン乾燥を行う(ステップ10)。その後ウエハWの回転を停止させる(ステップ11)。これによりウエハWに対する一連の洗浄、リンス、乾燥処理が終了する。

[0047] 上述したウエハWの洗浄方法によれば、後に実施例に示すように、従来の洗浄方法と比較してトータルの処理時間を短縮することができる。また、洗浄処理装置10のスループットを向上させることができるという効果も得られる。

[0048] このスピン乾燥が終了したら、純水ノズル17およびガスノズル16をカップ12外へ待避させる。また、その後、先にウエハWをハウジング90に搬入してチャックプレート71

に支持させた手順と逆の手順によって、ウェハWをハウジング90から搬出する(ステップ12)。

- [0049] このような洗浄方法の中で用いた乾燥方法は、特に、純水が主に遠心力によって外側に振り切られることによってウェハWの乾燥が進む場合、つまり、ウェハWの表面が疎水性である場合に好適に用いられる。その具体例としては、ウェハWがベアウエハである場合が挙げられる。また、ウェハWの表面に各種の膜や回路が構成されており、疎水性の部分と親水性の部分とを有するウェハWにも適用することができる。
- [0050] 次に、ベアウエハを2流体洗浄液により処理した場合の実施例および比較例について説明する。表1、表2、表3に各種洗浄処理のレシピを示す。表1に示すレシピは、ステップ1でウェハの回転開始を、ステップ2で洗浄液ノズル15からの2流体洗浄液の吐出による洗浄処理を、ステップ3でサイドリンスノズル13・14からウェハに純水を供給することによるリンス処理を、ステップ4で高速回転によるスピン乾燥を、ステップ5でウェハの回転停止を、それぞれ行う従来から広く知られた洗浄方法(比較例1)である。
- [0051] 表2に示すレシピは、ステップ1でウェハの回転開始を、ステップ2で洗浄液ノズル15からの2流体洗浄液の吐出による洗浄処理を、ステップ3でウェハの回転数を落とし、サイドリンスノズル13・14から純水を吐出することによるリンス処理を、ステップ4で中速回転によるスピン乾燥を、ステップ5で高速回転によるスピン乾燥を、ステップ6でウェハの回転停止を、それぞれ行う洗浄方法(比較例2)である。
- [0052] 表3に示すレシピは、本発明に係る洗浄方法であり、ステップ1でウェハの回転開始を、ステップ2で洗浄液ノズル15からの2流体洗浄液の吐出による洗浄処理を、ステップ3でウェハの回転数を落とし、サイドリンスノズル13・14からウェハに純水を供給することによるリンス処理を、ステップ4でウェハを中速回転させ、純水ノズル17およびガスノズル16による純水と窒素ガスを供給しながらのスピン乾燥を、ステップ5で窒素ガス供給時の回転数より高速でウェハを回転させることによるスピン乾燥を、ステップ6でウェハの回転停止を、それぞれ行う洗浄方法(実施例)である。
- [0053] 図6A～6Cにこれらの洗浄方法によるウェハのウォーターマーク観察結果を示す。図6Aに示されるように、比較例1の洗浄方法では、ウェハ全体にウォーターマーク(

図6A～6Cの各図における黒点部分)が発生していることが確認された。また図6Bに示されるように、比較例2の洗浄方法でも、特にウエハの周縁部に多くのウォーターマークの発生が確認された。しかし、図6Cに示されるように、実施例の洗浄方法によれば、ウォーターマークは殆ど観察されず、良好な洗浄面が得られていることが確認された。実施例では、ステップ4でウエハWの回転加速度を下げている。このように緩やかに加速することによって純水の振り切りを遅くし、乾燥が始まる部分に有効に窒素ガスを供給することができる。このことも、実施例におけるウォーターマークの発生防止に寄与している。

[0054] また、表1～表3から、処理時間は、比較例1で44秒、比較例2で46秒、実施例で39秒である。このように、本発明に係る洗浄処理方法を用いることにより、洗浄処理装置10のスループットを高めることができるという効果も得られることが確認された。

[0055] [表1]

ステップ	時間(秒)	ウエハ回転数 (rpm)	回転加速度 (rpm/秒)	使用ノズル
1	1	0	1000	
2	10	1000	1000	洗浄液ノズル
3	10	1000	1000	サイドリンスノズル
4	20	3000	1000	
5	3	0	1000	

[0056] [表2]

ステップ	時間(秒)	ウエハ回転数 (rpm)	回転加速度 (rpm/秒)	使用ノズル
1	1	0	1000	
2	10	1000	1000	洗浄液ノズル
3	8	300	3000	サイドリンスノズル
4	4	1000	300	
5	20	3000	100	
6	3	0	1000	

[0057] [表3]

ステップ	時間(秒)	ウエハ回転数 (rpm)	回転加速度 (rpm/秒)	使用ノズル
1	1	0	1000	
2	10	1000	1000	洗浄液ノズル
3	5	300	1000	サイドリンスノズル
4	10	300	100	純水ノズル+ガス ノズル
5	10	3000	1000	
6	3	0	1000	

[0058] 以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこのような形態に限定されるものではない。例えば、上記説明においては、ガスノズル16と純水ノズル17とをそれぞれ独立して駆動可能な構成としたが、第2ノズルアーム52の先端に、ガスノズル16と純水ノズル17を適長(例えば、前述したように、10～50mm)離間させてX方向に並べて取り付けることにより、ガスノズル16と純水ノズル17を一体的にスキャンさせる構成としてもよい。これにより、第3ノズルアーム53とこれに関わる駆動機構が不要となるために、洗浄処理装置の構造を簡単にすることができる。

[0059] さらに、洗浄液ノズル15では、洗浄液ノズル15に窒素ガスを供給しなければ、純水のみを吐出させることができるために、洗浄液ノズル15を純水ノズル17の代わりに用

いてもよい。その場合には、純水ノズル17を設けなくともよい。また、この場合において、さらに洗浄液ノズル15を保持している第1ノズルアーム51に洗浄液ノズル15とガスノズル16を一定の間隔でX方向に並べて取り付けてもよい。これにより洗浄処理装置の構造をさらに簡単にすることができる。

[0060] さらにまた、上記説明においては、洗浄液ノズル15、ガスノズル16、純水ノズル17をX方向で直線的にスキャンさせたが、これらのノズルがウエハWの中心を通過してウエハW上で円弧を描くように回動自在な構成としてもよい。

[0061] 上記説明においては、純水ノズル17を追うようにガスノズル16をスキャンさせたが、ガスノズル16のスキャン方法はこれに限定されるものではない。図7A～7Iにガスノズル16の別のスキャン方法を模式的示す説明図を示す。図7A～7Iにおける純水ノズル17の動作は図5A～5Hで説明した動作と同じであるので、ここでは純水ノズル17の動作の説明は省略する。また、図7A～図7Eはそれぞれ図5A～図5Eと同じであるので、これら図7A～図7Eでのガスノズル16の動作についても、ここでの説明は省略する。すなわち、ここでのスキャン方法の特徴は、図7F～7Iのガスノズル16の動作にある。

[0062] 図7Eの状態から図7Fの状態へ移行する際には、ガスノズル16から窒素ガスを噴射させながらガスノズルをP点からO点へスキャンさせた後に、図7Gに示すように、ガスノズル16をO点からP点へ戻り、さらにP点を通過して洗浄液ノズル15の待避位置側のウエハWの周縁のS点側へスキャンさせる。このとき、ガスノズル16が純水ノズル17よりもウエハWの径方向において内側に位置するようにする。次いで、図7Hに示すように、ウエハWの周縁部でガスノズル16を所定時間停止させてウエハWの外周部を乾燥させた後に、図7Iに示すように、ガスノズル16を所定の待避位置へ移動させる。

[0063] このような方法によっても、ウエハWにおけるウォーターマークの発生を抑制することができる。また、純水ノズル17をウエハWの中心から周縁へスキャンさせる向きとガスノズル16をウエハWの中心から周縁へスキャンさせる向きとをずらす(図7F～7Iは逆向きの場合に相当する)ことにより、純水ノズル17とガスノズル16の衝突を回避しながら、それぞれの速度制御の自由度を増やすことができるために、ガスノズル16か

らの窒素ガス噴射を停止した後にガスノズル16をS点からT点側へ戻す必要があることを考慮しても、洗浄処理全体のスループットを向上させることができる。

- [0064] 以上説明した実施の形態は、あくまでも本発明の技術的内容を明らかにすることを意図するものであって、本発明はこのような具体例にのみ限定して解釈されるものではなく、本発明の精神とクレームに述べる範囲で、種々に変更して実施することができるものである。

産業上の利用可能性

- [0065] 本発明は、半導体ウエハの洗浄処理に好適であり、特に疎水性の面を備えたベアウエハの洗浄処理に好適である。

請求の範囲

- [1] 被処理基板に洗浄処理、乾燥処理を施す基板洗浄方法であって、
前記乾燥処理は、
被処理基板を略水平姿勢で回転させ、前記被処理基板の表面の中心へリンス液の供給を開始する工程と、
前記被処理基板の中心近傍において前記被処理基板の中心から適長離間した地点へ不活性ガスの供給を開始する工程と、
前記被処理基板へリンス液を供給するリンス液供給ポイントを前記被処理基板の周縁に向けて移動させながら、前記被処理基板へ不活性ガスを供給するガス供給ポイントを前記被処理基板の中心へ移動させ、その後前記リンス液供給ポイントよりも径方向内側の領域において前記被処理基板の中心から周縁に向けて移動させる工程と、
を有する基板洗浄方法。
- [2] 請求項1に記載の基板洗浄方法において、前記被処理基板の中心近傍において前記被処理基板の中心から適長離間した地点への不活性ガスの供給開始を、前記被処理基板の表面の中心へのリンス液供給開始と実質的に同時とする、基板洗浄方法。
- [3] 請求項1に記載の基板洗浄方法において、前記ガス供給ポイントの移動速度を前記被処理基板の中心部よりも外周部で速くする、基板洗浄方法。
- [4] 請求項1に記載の基板洗浄方法において、前記洗浄処理と前記乾燥処理の間に、前記被処理基板を略水平姿勢で回転させながら前記被処理基板の表面の所定ポイントにリンス液を所定時間供給するリンス処理を設け、前記不活性ガス供給時の前記被処理基板の回転数を前記リンス処理時の前記被処理基板の回転数よりも上げる、基板洗浄方法。
- [5] 請求項1に記載の基板洗浄方法において、前記洗浄処理と前記乾燥処理の間に、前記被処理基板を略水平姿勢で回転させながら前記被処理基板の表面の所定ポイントにリンス液を所定時間供給するリンス処理を設け、前記乾燥処理時に前記被処理基板の表面に供給するリンス液の量を前記リンス処理時よりも少なくする、基板洗

浄方法。

- [6] 請求項1に記載の基板洗浄方法において、前記洗浄処理と前記乾燥処理の間に、前記被処理基板を略水平姿勢で回転させながら前記被処理基板の表面の所定ポイントにリンス液を所定時間供給するリンス処理を設け、前記乾燥処理の開始前に前記被処理基板の表面にリンス液の膜が形成されている状態とする、基板洗浄方法。
- [7] 請求項1に記載の基板洗浄方法において、前記リンス液供給ポイントが前記被処理基板の周縁から外れた後に、前記ガス供給ポイントを前記被処理基板の外周部近傍で所定時間停止させることにより、前記被処理基板の外周部を乾燥させる、基板洗浄方法。
- [8] 請求項1に記載の基板洗浄方法において、前記乾燥処理においてリンス液供給ポイントおよびガス供給ポイントを移動させる工程では、前記ガス供給ポイントが前記被処理基板の中心から周縁へ移動する向きと、前記リンス液供給ポイントが前記被処理基板の中心から周縁へ移動する向きとをずらす、基板洗浄方法。
- [9] 請求項1に記載の基板洗浄方法において、前記被処理基板の表面は疎水性である、基板洗浄方法。
- [10] 被処理基板に洗浄処理、乾燥処理を施す基板洗浄方法であって、
前記乾燥処理は、
被処理基板を略水平姿勢で回転させ、リンス液をその供給ポイントを前記被処理基板の表面の中心から周縁に向けて移動させながら供給する工程と、
不活性ガスをそのガス供給ポイントが前記リンス液の供給ポイントよりも径方向内側の領域において前記被処理基板の中心部から周縁に向けて移動するように供給する工程と、
前記リンス液の供給ポイントが前記被処理基板の端面から外れた後に前記リンス液の供給を停止する工程と、
前記不活性ガスの供給ポイントが前記被処理基板の端面から外れた後に前記不活性ガスの供給を停止し、その後に前記被処理基板の回転数を前記不活性ガス供給時の前記被処理基板の回転数より高速とする工程と、
を有する基板洗浄方法。

- [11] 請求項10に記載の基板洗浄方法において、前記ガス供給ポイントの移動速度を前記被処理基板の中心部よりも外周部で速くする、基板洗浄方法。
- [12] 請求項10に記載の基板洗浄方法において、前記洗浄処理と前記乾燥処理の間に、前記被処理基板を略水平姿勢で回転させながら前記被処理基板の表面の所定ポイントにリンス液を所定時間供給するリンス処理を設け、前記不活性ガス供給時の前記被処理基板の回転数を前記リンス処理時の前記被処理基板の回転数よりも上げる、基板洗浄方法。
- [13] 請求項10に記載の基板洗浄方法において、前記洗浄処理と前記乾燥処理の間に、前記被処理基板を略水平姿勢で回転させながら前記被処理基板の表面の所定ポイントにリンス液を所定時間供給するリンス処理を設け、前記乾燥処理時に前記被処理基板の表面に供給するリンス液の量を前記リンス処理時よりも少なくする、基板洗浄方法。
- [14] 請求項10に記載の基板洗浄方法において、前記洗浄処理と前記乾燥処理の間に、前記被処理基板を略水平姿勢で回転させながら前記被処理基板の表面の所定ポイントにリンス液を所定時間供給するリンス処理を設け、前記乾燥処理の開始前に前記被処理基板の表面にリンス液の膜が形成されている状態とする、基板洗浄方法。
- [15] 請求項10に記載の基板洗浄方法において、前記リンス液供給ポイントが前記被処理基板の周縁から外れた後に、前記ガス供給ポイントを前記被処理基板の外周部近傍で所定時間停止させることにより、前記被処理基板の外周部を乾燥させる、基板洗浄方法。
- [16] 請求項10に記載の基板洗浄方法において、前記乾燥処理においてリンス液供給ポイントおよびガス供給ポイントを移動させる工程では、前記ガス供給ポイントが前記被処理基板の中心から周縁へ移動する向きと、前記リンス液供給ポイントが前記被処理基板の中心から周縁へ移動する向きとをずらす、基板洗浄方法。
- [17] 請求項10に記載の基板洗浄方法において、前記被処理基板の表面は疎水性である、基板洗浄方法。
- [18] 被処理基板に洗浄処理、乾燥処理を施す基板洗浄装置であって、被処理基板を保持し、略水平姿勢で回転させるスピンドルと、

前記スピンドルチャックに保持された被処理基板に所定の洗浄処理を施す洗浄処理機構と、

前記スピンドルチャックに保持された被処理基板へリンス液を供給するリンスノズルと、
前記スピンドルチャックに保持された被処理基板へ不活性ガスを供給するガスノズルと

、
前記リンスノズルからリンス液を吐出させながら前記リンスノズルを前記被処理基板の中心から周縁へとスキャンさせ、前記ガスノズルから不活性ガスを噴射させながら前記ガスノズルを前記被処理基板の中心部近傍から中心へスキャンさせた後に前記リンスノズルの位置よりも径方向内側の領域において前記被処理基板の周縁に向けてスキャンさせるノズル制御装置と、

を有する基板洗浄装置。

- [19] 請求項18に記載の基板洗浄装置において、前記ノズル制御装置は、前記ガスノズルを前記被処理基板の中心部よりも外周部で速くスキャンさせる、基板洗浄装置。
- [20] 請求項18に記載の基板洗浄装置において、前記ノズル制御装置は、前記リンスノズルを前記被処理基板の中心から周縁へスキャンさせる向きと、前記ガスノズルを前記被処理基板の中心から周縁へスキャンさせる向きとをずらして、前記リンスノズルおよび前記ガスノズルをスキャンさせる、基板洗浄装置。
- [21] コンピュータ上で動作し、実行時に、(a)洗浄処理が施された被処理基板を回転させ、その表面の中心へリンス液の供給を開始し、(b)前記被処理基板の中心近傍において前記被処理基板の中心から適長離間した地点へ不活性ガスの供給を開始し、(c)前記被処理基板へリンス液を供給するリンス液供給ポイントを前記被処理基板の周縁に向けて移動させながら、前記被処理基板へ不活性ガスを供給するガス供給ポイントを前記被処理基板の中心へ移動させた後に前記リンス液供給ポイントよりも径方向内側の領域において前記被処理基板の中心から周縁に向けて移動させて前記被処理基板を乾燥させる処理を実行して、前記被処理基板を洗浄するように基板洗浄装置を制御するソフトウェアを含むコンピュータプログラム。
- [22] コンピュータ上で動作し、実行時に、(a)洗浄処理が施された被処理基板を略水平姿勢で回転させ、リンス液をその供給ポイントを前記被処理基板の表面の中心から

周縁に向けて移動させながら供給し、(b) 不活性ガスをそのガス供給ポイントが前記
リンス液の供給ポイントよりも径方向内側の領域において前記被処理基板の中心部
から周縁に向けて移動するように供給し、(c) 前記リンス液の供給ポイントが前記被処
理基板の端面から外れた後に前記リンス液の供給を停止し、(d) 前記不活性ガスの
供給ポイントが前記被処理基板の端面から外れた後に前記不活性ガスの供給を停
止し、その後に前記被処理基板の回転数を前記不活性ガス供給時の前記被処理基
板の回転数より高速として前記被処理基板を乾燥させる処理を実行して、前記被処
理基板を洗浄するように基板洗浄装置を制御するソフトウェアを含むコンピュータプ
ログラム。

- [23] コンピュータに制御プログラムを実行させるソフトウェアが記憶されたコンピュータ読
取可能な記憶媒体であって、

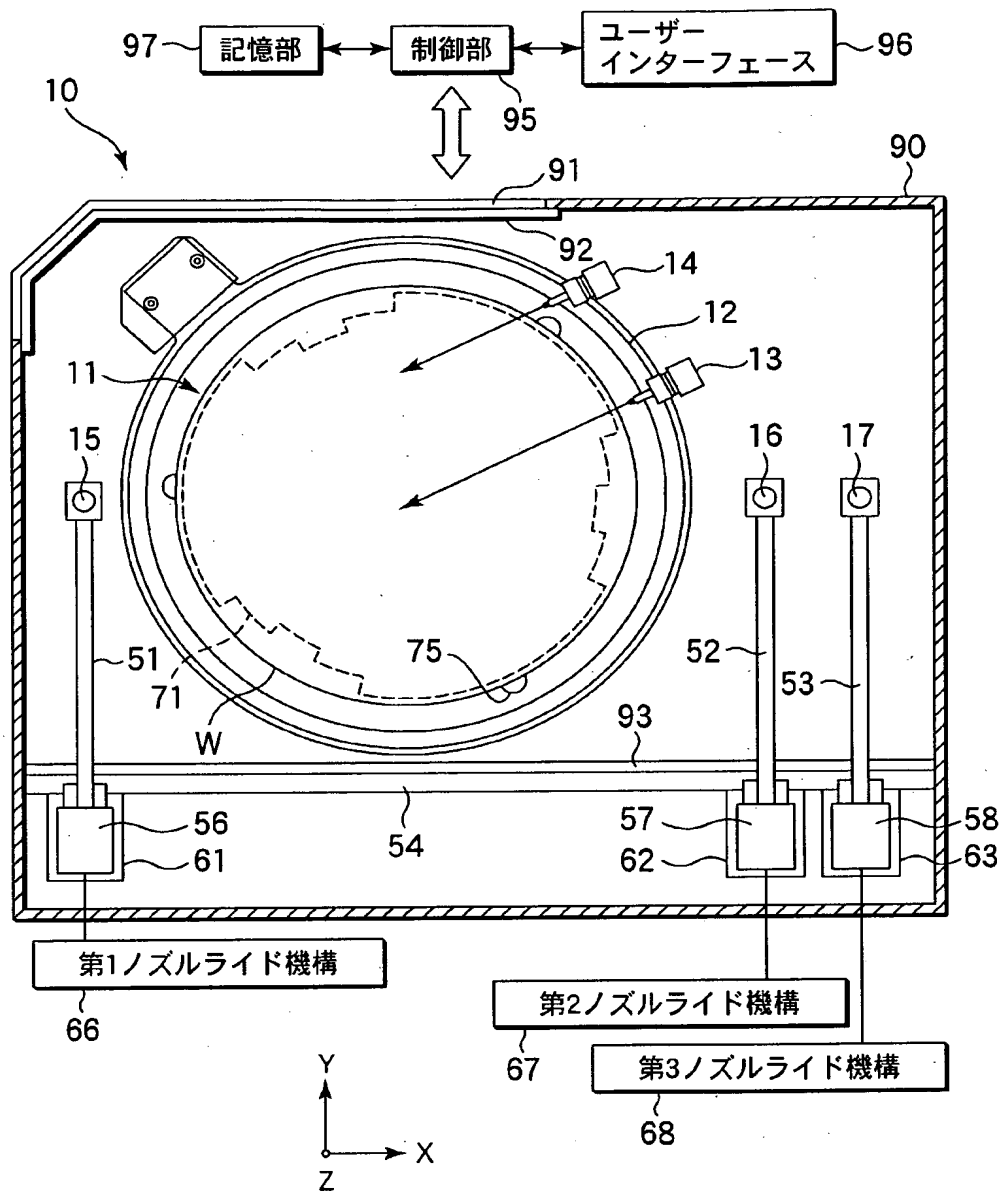
前記制御プログラムは、実行時に、(a) 洗浄処理が施された被処理基板を回転させ
、その表面の中心へリンス液の供給を開始し、(b) 前記被処理基板の中心近傍にお
いて前記被処理基板の中心から適長離間した地点へ不活性ガスの供給を開始し、(
c) 前記被処理基板へリンス液を供給するリンス液供給ポイントを前記被処理基板の
周縁に向けて移動させながら、前記被処理基板へ不活性ガスを供給するガス供給ポ
イントを前記被処理基板の中心へ移動させた後に前記リンス液供給ポイントよりも径
方向内側の領域において前記被処理基板の中心から周縁に向けて移動させて前記
被処理基板を乾燥させる処理を実行して、前記被処理基板を洗浄するように基板洗
浄装置を制御する、コンピュータ読取可能な記憶媒体。

- [24] コンピュータに制御プログラムを実行させるソフトウェアが記憶されたコンピュータ読
取可能な記憶媒体であって、

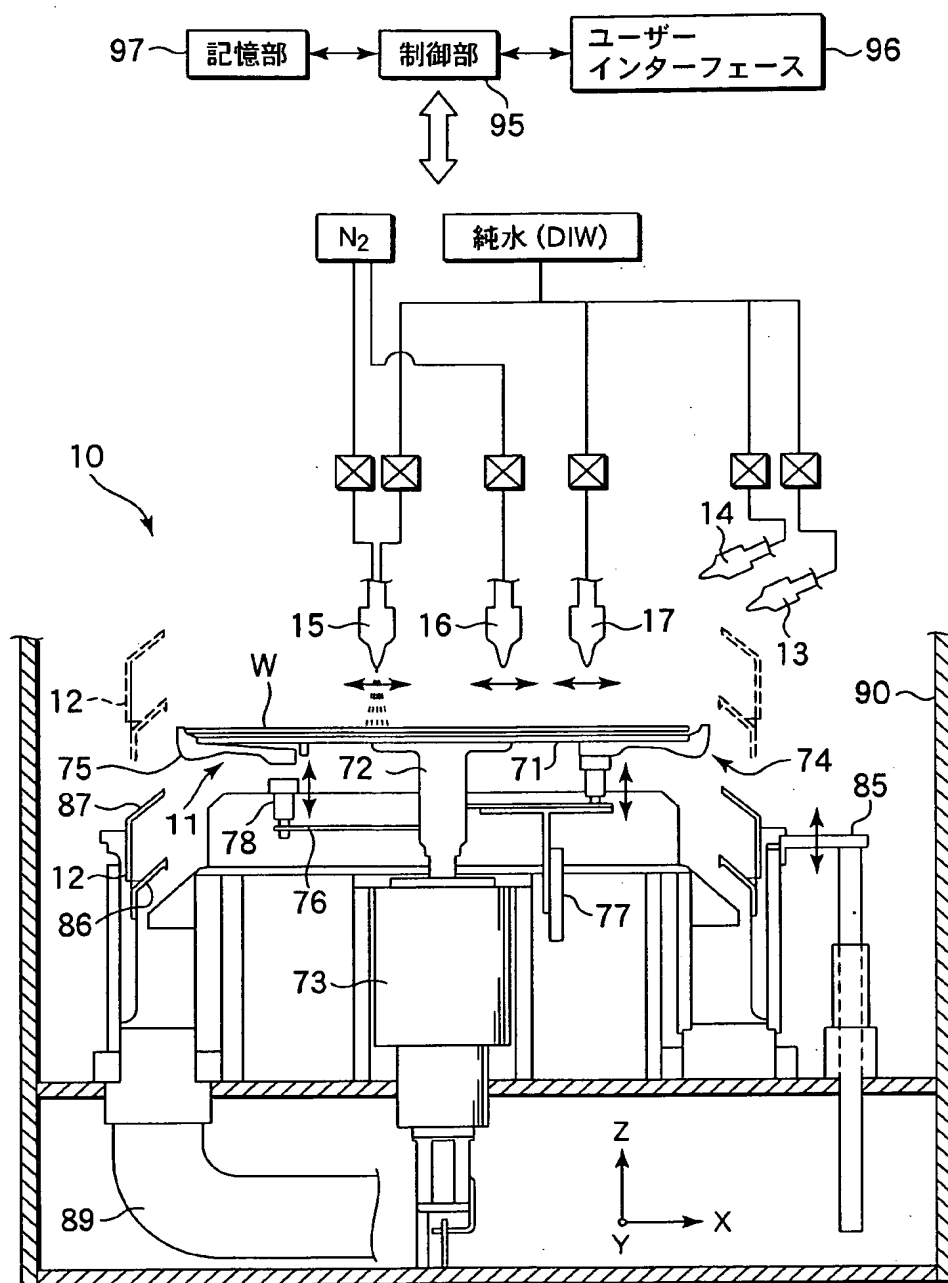
前記制御プログラムは、実行時に、(a) 洗浄処理が施された被処理基板を略水平
姿勢で回転させ、リンス液をその供給ポイントを前記被処理基板の表面の中心から
周縁に向けて移動させながら供給し、(b) 不活性ガスをそのガス供給ポイントが前記
リンス液の供給ポイントよりも径方向内側の領域において前記被処理基板の中心部
から周縁に向けて移動するように供給し、(c) 前記リンス液の供給ポイントが前記被処
理基板の端面から外れた後に前記リンス液の供給を停止し、(d) 前記不活性ガスの

供給ポイントが前記被処理基板の端面から外れた後に前記不活性ガスの供給を停止し、その後に前記被処理基板の回転数を前記不活性ガス供給時の前記被処理基板の回転数より高速として前記被処理基板を乾燥させる処理を実行して、前記被処理基板を洗浄するように基板洗浄装置を制御する、コンピュータ読取可能な記憶媒体。

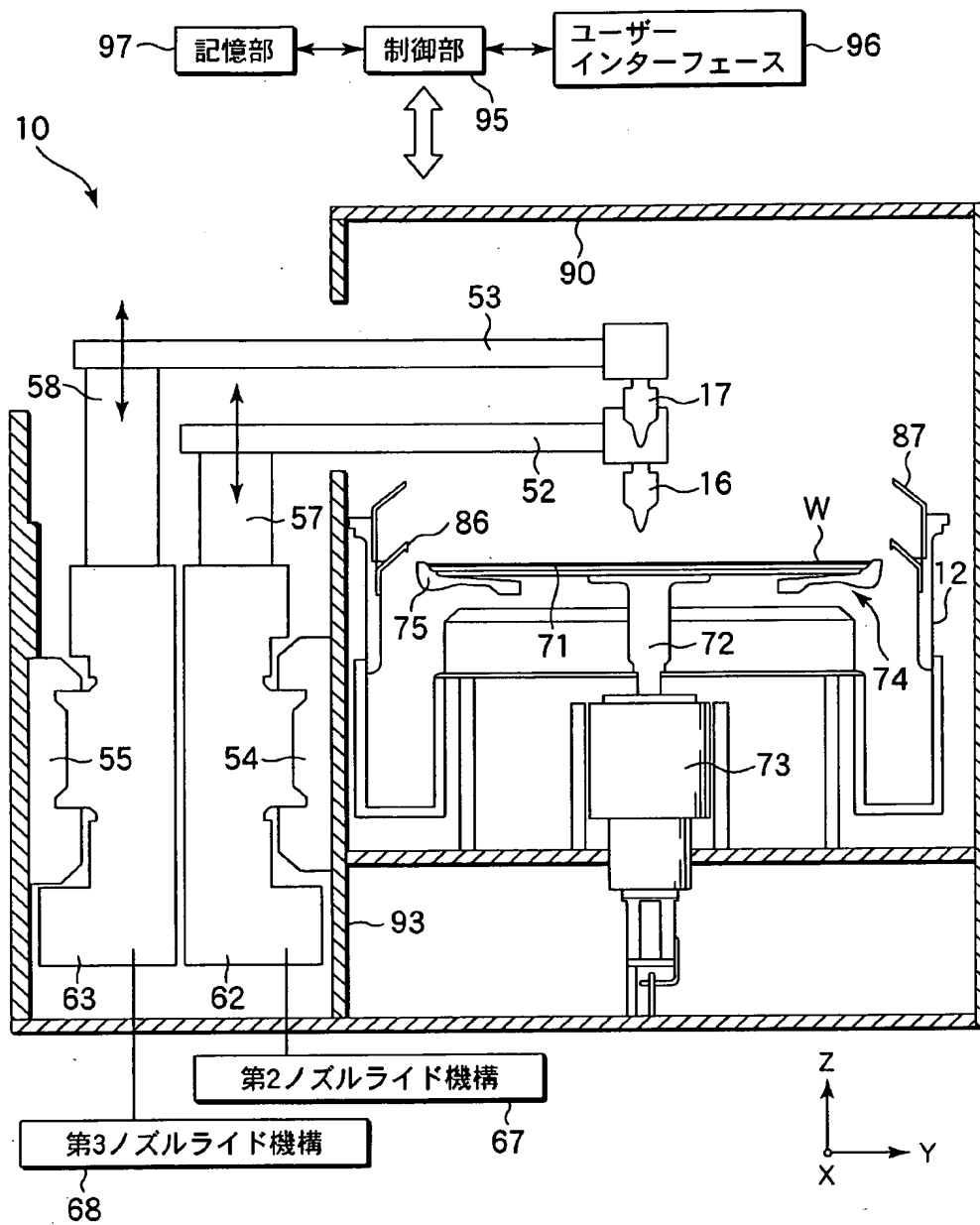
[図1]



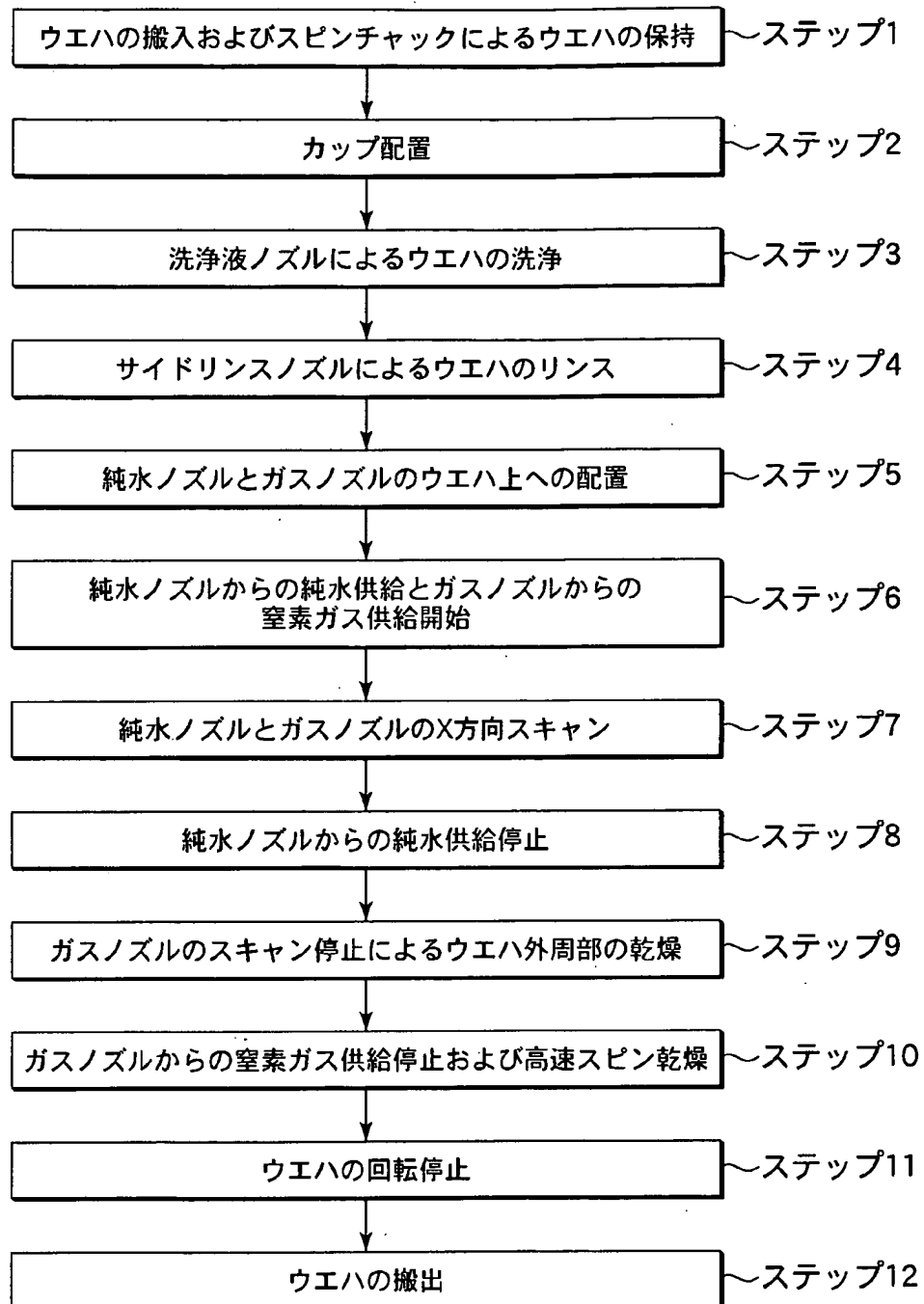
[図2]



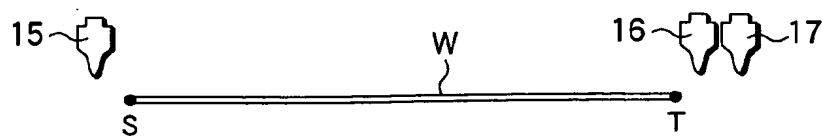
[図3]



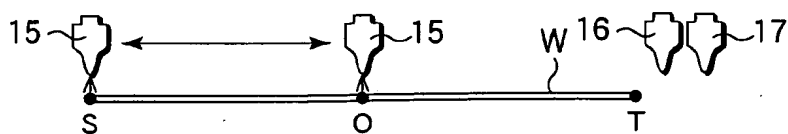
[図4]



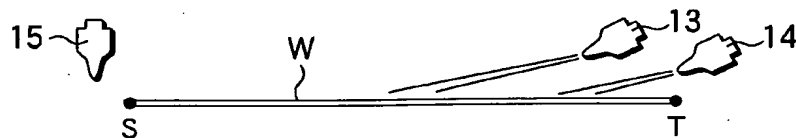
[図5A]



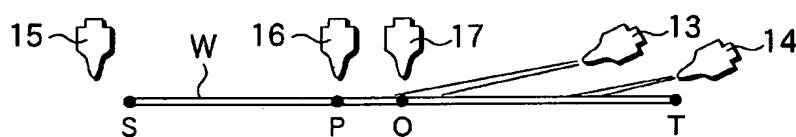
[図5B]



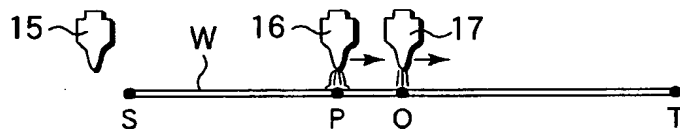
[図5C]



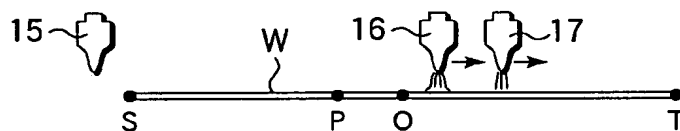
[図5D]



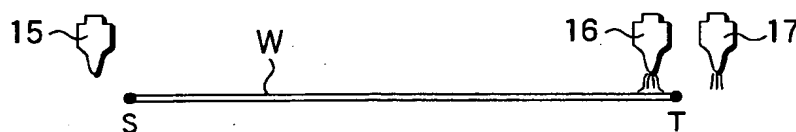
[図5E]



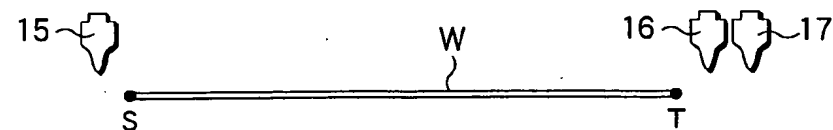
[図5F]



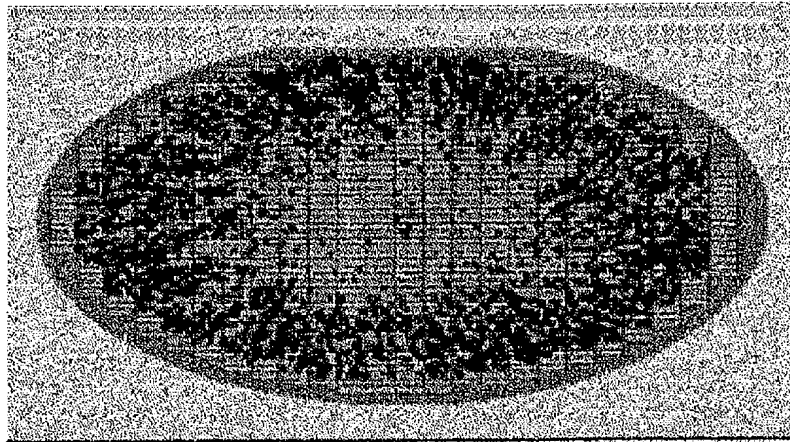
[図5G]



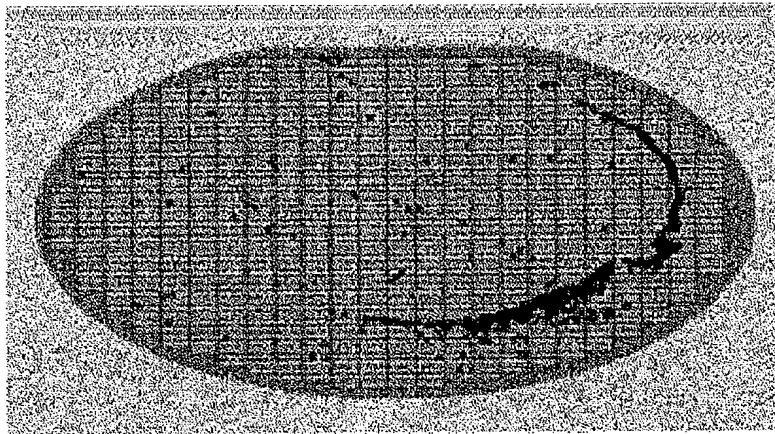
[図5H]



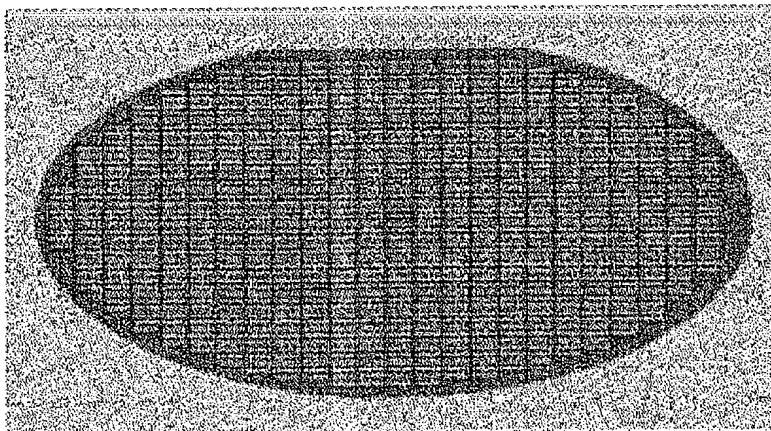
[図6A]



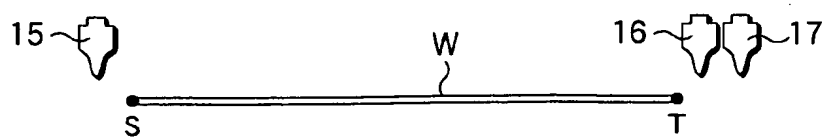
[図6B]



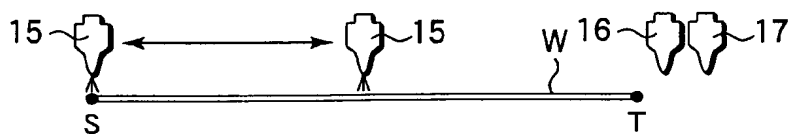
[図6C]



[図7A]



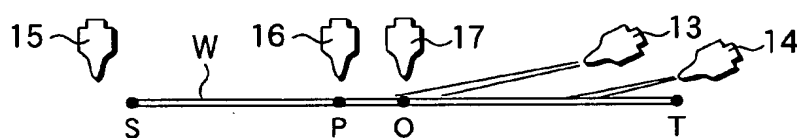
[図7B]



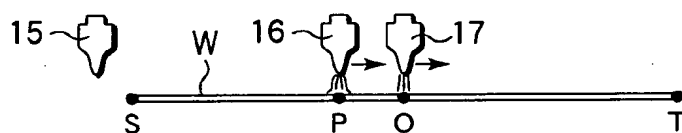
[図7C]



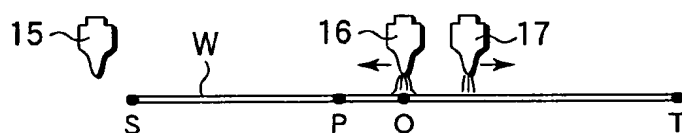
[図7D]



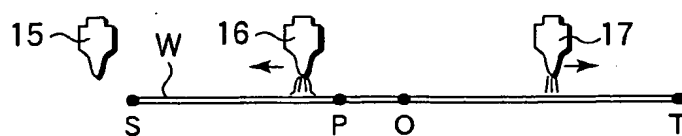
[図7E]



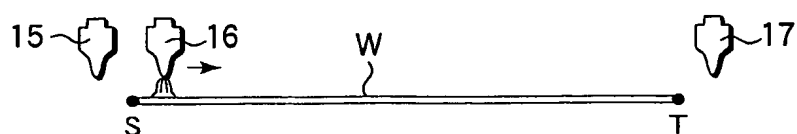
[図7F]



[図7G]



[図7H]



[図71]

